



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10339259 A**

(43) Date of publication of application: 22.12.98

(51) Int. Cl.

**F03D 7/04**(21) Application number: **09168107**(71) Applicant: **MITSUBISHI HEAVY IND LTD**(22) Date of filing: **10.06.97**(72) Inventor: **TAKEBE TETSUO****(54) CONTROLLING METHOD FOR WIND POWER GENERATION SYSTEM**

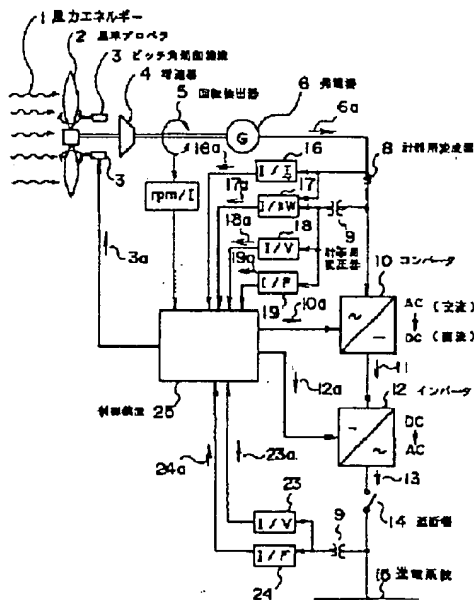
to power generation energy.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a wind power generation system which elongates life of a pitch angle controlling mechanism, reduces influens on a sending system, and effectively utilizes wind energy.

**SOLUTION:** Power generated by a generator 6 rotationally driven by a variable pitch propeller fan 2 is once transduced to dc current and then transduced to ac current for feeding to a sending system 15. In such a wind power generation system, rotational speed of a fan propeller is increased due to increase of frequency of the generator in the case that the generator output exceeds a constant value. The rotation increasing energy is accumulated. When the increased rotational speed reaches an upper limit, the wind energy is scattered by controlling a pitch angle of the propeller. When the wind energy is decreased and the generator output is reduced to the constant value or lower, the rotational speed of the propeller which is once increased is gradually decreased by reducing frequency of the generator, for instance. Wind energy converted to the rotation increasing energy is recovered and transduced



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-339259

(43) 公開日 平成10年(1998)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

F 0 3 D 7/04

識別記号

F I

F 0 3 D 7/04

H

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-168107

(22) 出願日 平成9年(1997)6月10日

(71) 出願人 000006208

三菱重工株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 竹辺 哲夫

長崎市趣の浦町1番1号 三菱重工株式  
会社長崎造船所内

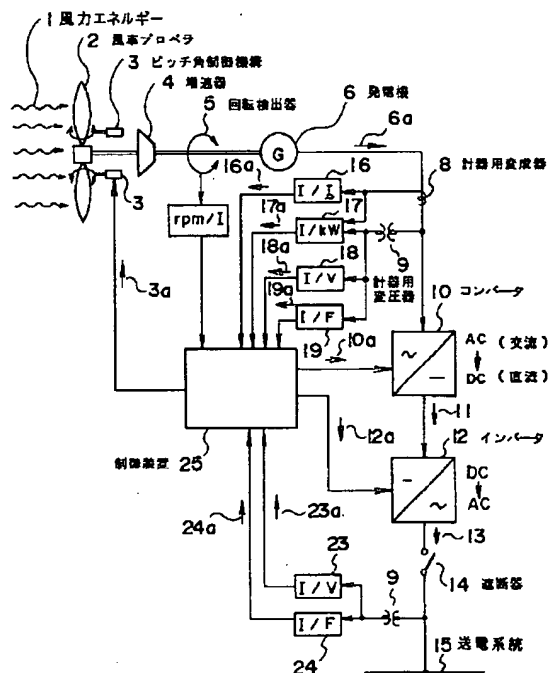
(74) 代理人 弁理士 高橋 昌久 (外1名)

(54) 【発明の名称】 風力発電システムの制御方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、ピッチ角制御機構の寿命を延ばすとともに、送電系統への影響を軽減し、風力エネルギーを有効に活用する風力発電システムの提供。

【解決手段】 可変ピッチプロペラ型風車2により回転駆動される発電機6の発生電力を一旦直流に変換した後再度交流に変換して送電系統15へ送るよう構成してなる風力発電システムにおいて、前記風力エネルギーが増大して、発電機出力が定格値を超えた場合には、例えば発電機の周波数を上昇させる等により、風車プロペラの回転数を上昇させて、回転上昇エネルギーとして蓄積させるとともに、該上昇させた回転数が上限値に達すると前記プロペラのピッチ角制御を行なう事により風力エネルギーを逃散させ、一方、風力エネルギーが減少し発電機出力が定格値以下に低下した場合には、例えば発電機の周波数を減少させる等により前記上昇させた風車プロペラの回転数を漸減させて回転上昇エネルギーに変換させておいた風力エネルギーを回収して発電電力に変換することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 可変ピッチプロペラ型風車により回転駆動される発電機出力を一旦直流に変換した後再度交流に変換して送電系統へ送るよう構成してなる風力発電システムにおいて、

前記発電機出力と回転数、及び前記送電系統へ送る交流電力を検知し、これらの検知信号に基づいて発電機出力の周波数制御と前記プロペラのピッチ角制御を行なう制御装置を用意し、

前記風力エネルギーが増大して、発電機出力が定格値を超えた場合には、発電機の周波数を上昇させるか若しくは調速器等により、風車プロペラの回転数を上昇させ、回転上昇エネルギーとして蓄積させるとともに、該上昇させた回転数が上限値に達すると前記プロペラのピッチ角制御を行なう事により風力エネルギーを逃散させ、一方、風力エネルギーが減少し発電機出力が定格値以下に低下した場合には、例えば発電機の周波数を下降させるか若しくは調速器等により、前記上昇させた風車プロペラの回転数を漸減させて、回転上昇エネルギーに変換させておいた風力エネルギーを回収して発電電力に変換することを特徴とする風力発電システムの制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は可変ピッチプロペラ型風車を具えた風力発電システムの制御方法に係り、特に発電機の周波数制御とピッチ角制御を行ないながら風力エネルギーの変動に対応して発電機出力を効果的に制御し得る風力発電システムの制御方法に関し、より具体的には可変ピッチプロペラ型風車により風力エネルギーを回転数に変換して発電機出力を一旦直流に変換した後再度交流に変換して送電系統へ送るよう構成してなる風力発電システムの制御方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、常時変動する自然風から高効率で利用者に受入れやすい高品質な電気エネルギーを得る風力発電システムは、環境に調和した自然エネルギー利用技術として、各国の研究機関で種々開発されており、例えば工業技術院機械研究所では、ロータ直径が15m、発電出力が15KwのWINDMEL機が建設された。かかる風力発電システムは、風速の急激な変動に対し風車ロータ（原動機）の回転数を定格回転速度の50%～125%の範囲に維持するとともに、これに伴い誘導発電機も回転速度変動をもたせざるが、その発生電力（交流）を一旦直流に変換した後再度交流に変換するサイクロコンバータを介して送電系統へ送るよう構成して前記不具合を解消する事により、商業電力と等価な品質で送電系統へ送るようになっている。

【0003】従って前記の装置においては、風車ロータの回転数変動に起因する発電機出力（交流）の周波数変動を一旦直流に変換した後再度交流に変換する事で、前

記周波数変動を解消し、商業電力と等価な周波数に制御している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】さて前記装置においては、風の変動に柔軟に対応する為に、調速機により加わる遠心力により、ブレードピッチ角の自動的な制御を行なうようになっている。一方従来の可変ピッチプロペラ型風力発電装置は、風のエネルギーが発電機の定格出力値をオーバーした場合には、プロペラのピッチ角を制御して、風のエネルギーを逃すことによる出力を制限するシステムとなっている。従って、前記いずれの従来装置においても、頻繁にピッチ制御を行なうことになる為に、この結果として、ピッチ角制御機構の摺動部摩耗が発生・進行し、頻度の高いメンテナンスが必要となる。また、定格出力を越える風力エネルギーの場合には、直ちにピッチ角制御によって風力エネルギーを逃がす為、せっかくのエネルギーを捨てることになる。なお、風速の上昇率が高い場合には、ピッチ角制御による出力制限が間に合わず、発電機出力が定格出力値を大きくオーバーをして連系する系統への電圧変動に悪い影響を与える場合もある。

【0005】このため前記したWINDMEL機においては、風速の急激な変動に対し、発電機の発生電力を一旦直流に変換した後再度交流に変換する事で対処しているが、これのみでは充分ではない本発明は、ピッチ角制御機構の寿命を延ばすとともに、送電系統への影響を軽減し、風力エネルギーを有効に活用する風力発電システムの制御方法を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、可変ピッチプロペラ型風車により回転駆動される発電機出力を一旦直流に変換した後再度交流に変換して送電系統へ送るよう構成してなる風力発電システムにおいて、前記発電機出力と発電機の回転数、及び前記送電系統へ送る交流電力を検知し、これらの検知信号に基づいて発電機出力の周波数制御と前記プロペラのピッチ角制御を行なう制御装置を用意し、前記風力エネルギーが増大して、発電機出力が定格値を超えた場合には、例えば発電機の周波数を上昇させるか若しくは調速器等により、風車プロペラの回転数を上昇させ、回転上昇エネルギーとして蓄積させるとともに、該上昇させた回転数が上限値に達すると前記プロペラのピッチ角制御を行なう事により風力エネルギーを逃散させ、一方、風力エネルギーが減少し発電機出力が定格値以下に低下した場合には、例えば発電機の周波数を減少させるか若しくは調速器等により前記上昇させた風車プロペラの回転数を漸減させて回転上昇エネルギーに変換させておいた風力エネルギーを回収して発電電力に変換することを特徴とする。

【0007】本発明を図2のフローチャート図に基づいて説明する。風車が受ける風力エネルギーが増大して、

発電機が発電する電力がその定格電力値をオーバーした場合（S1）、発電機出力を定格値以上とならないように例えば発電機の周波数を上昇させる等の手段により制限し、これによって余ったエネルギーは風車ロータ（原動機）の回転数を上昇させ、回転上昇エネルギーとして回転エネルギーのかたちで蓄積する。（S2）

更に風車ロータの回転が上昇し、回転数が上限値に達すると（S3）、ピッチ角制御を行ない風力エネルギーを逃がす動作に入る。（S4）

【0008】風力エネルギーが減少に転じ（S5）、定格出力以下となった場合は（S6）、例えば発電機の周波数を下降させる等の手段により前記上昇させた風車ロータの回転数を漸減させて（S7）、回転上昇エネルギーとして蓄積されていたエネルギーを回収して発電電力に変換する。従って前記制御動作によれば発電機出力の周波数の増減により、風車ロータの回転が上昇若しくは減少するため当然に発電機出力の周波数が変動し一定とはならないが、前記したように本システムはコンバータにより一旦直流に変換させて周波数の変動を吸収した後、再度インバータにより連系する系統の周波数の交流電力に変換させることにより、前記周波数変動を解消し、商業電力と等価な周波数に制御する事が出来る。

【0009】従って本発明は、発電定格値を超えた風力エネルギーの変動を風車ロータの回転エネルギーとして吸収／回収する為に、風力エネルギーの有効利用を図れるとともに、ロータ回転数が上限値に達した場合にはピッチ角制御により風力エネルギーを逃がし、風車の耐久性向上を図る事が出来る。又本発明は常にプロペラのピッチ角制御を行なうのではなく、前記したようにロータ回転数が上限値に達した場合のみピッチ角制御を行なうために、ピッチ角制御機構の寿命を延ばす事が出来る。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の好適な実施例を例示的に詳しく説明する。但し、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定の記載がないかぎり、この発明の範囲をそれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

【0011】図1は本発明の実施形態である風力発電システムの全体概略図である。図1において、2は風力エネルギー1に基づいて回転する風車プロペラで、ピッチ角制御機構3によりプロペラ2のピッチ角が制御可能に構成されている。風車プロペラ2の回転軸は増速器（調速器）4及び回転検出器5を介して発電機6に連結されている。発電機6よりの発電機出力（交流電力）6aは計器用変成器8を介してコンバータ10に送られて直流電力11に変換した後、該直流電力11をインバータ12により商業電力の周波数に対応する交流電力13に変換した後、遮断器（系統連系用）14を介して送電系統15に連系させる。

【0012】16は計器用変成器8より取込んだ発電機発電電流を計測する電流計で、その電流測定値信号16aを制御装置25に入力させる。17は発電機出力の交流電力を計器用変成器9を介して降圧させた後測定する発電機電力計、18は発電機電圧計、19は発電機周波数計測器で、夫々発電機電力測定値信号17a、発電機電圧測定値信号18a、発電機周波数測定値信号19aを制御装置25に入力させる。又遮断器14より出力される交流電力13は、計器用変成器9を介して降圧させた後、電圧計23、周波数計測器24で夫々測定され、送電系統電圧測定値信号23a及び送電系統周波数測定値信号24aを夫々制御装置25に入力させる。又増速器4により増速された後のプロペラ回転数（発電機の回転数）も回転検出器5より制御装置25に入力させる。制御装置25では前記夫々の入力信号に基づいてコンバータ10に制御信号10a、インバータ12に制御信号12a、ピッチ角制御機構3にピッチ角制御信号3aを送出し後記する制御を行なう。

【0013】以下に前記実施形態の動作を説明する。風力エネルギー1は風車プロペラ2で回転トルクに変換され、増速機4で増速された後、発電機6を駆動し発電され、その発電出力を交流電力6aとしてコンバータ10に送り込まれる。交流電力6aの周波数は発電機周波数計測器19により計測されて制御装置25に取込まれ、該制御装置25より出力されるコンバータ制御信号10aを制御して前記周波数に対応させてコンバータ10を制御することが出来る。

【0014】かかる構成において、風力エネルギー1が増大し、発電機電力計17で測定される電力計測値17aが定格値をオーバーして場合には制御装置25でこれを取込み、コンバータ制御信号10aにてコンバータ10の制御を行なうことにより、発電機6の交流電力の周波数を上昇させる。これにより発電機6、増速器4及びプロペラ2の回転数が上昇し、風力エネルギー1は回転上昇エネルギーに変換され、蓄積される。更に発電機6、増速器4及びプロペラ2の回転数が上昇し、回転検出器5で検出する回転数が上限値に達すると、制御装置25より出力されるピッチ角制御信号3aによりピッチ角制御機構3を制御し、プロペラ2のピッチ角度を変え、風力エネルギー1を逃散させる。

【0015】一方風力エネルギー1が減少してきた場合には、制御装置25より出力されるピッチ角制御信号3aによりピッチ角制御機構3を制御し、プロペラ2のピッチ角度を元に戻し、風力エネルギー1をいっばいに受けるとともに、一旦上昇させた発電機出力周波数6aの検知しながら、制御装置25でコンバータ制御信号10aにてコンバータ10の制御を行なうことにより、発電機6の交流電力6aの周波数を徐々に下げて回転上昇エネルギー変換させておいたエネルギーを回収して電力に変換する。

【0016】これらの動作により交流電力6aの発電機出力の周波数は一定ではないが10のコンバータにより11の直流電力13に変換される。インバータ12による変換は、送電系統電圧測定値信号23aと送電系統周波数測定値信号24aにより制御装置25からのインバータ制御信号12aにより行なわれる。

【0017】

【発明の効果】以上記載のごとく本発明によれば、ピッチ制御の発生頻度が減少するのでピッチ制御機構の寿命が延びる。定格出力以上の電力の発生を抑制することが出来るので連系する送電系統への悪影響を小さくすることが出来る。余剰風力エネルギーを回転上昇エネルギーとして蓄積出来るので発電効率が良くなる。等の種々の著効を有す。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る風力発電装置の送電系統図である。

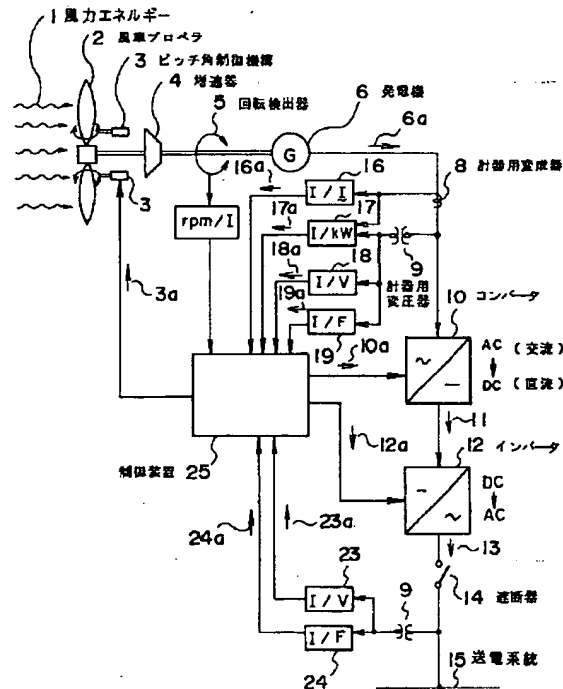
【図1】本発明の基本構成を示すフローチャート図であ

る。

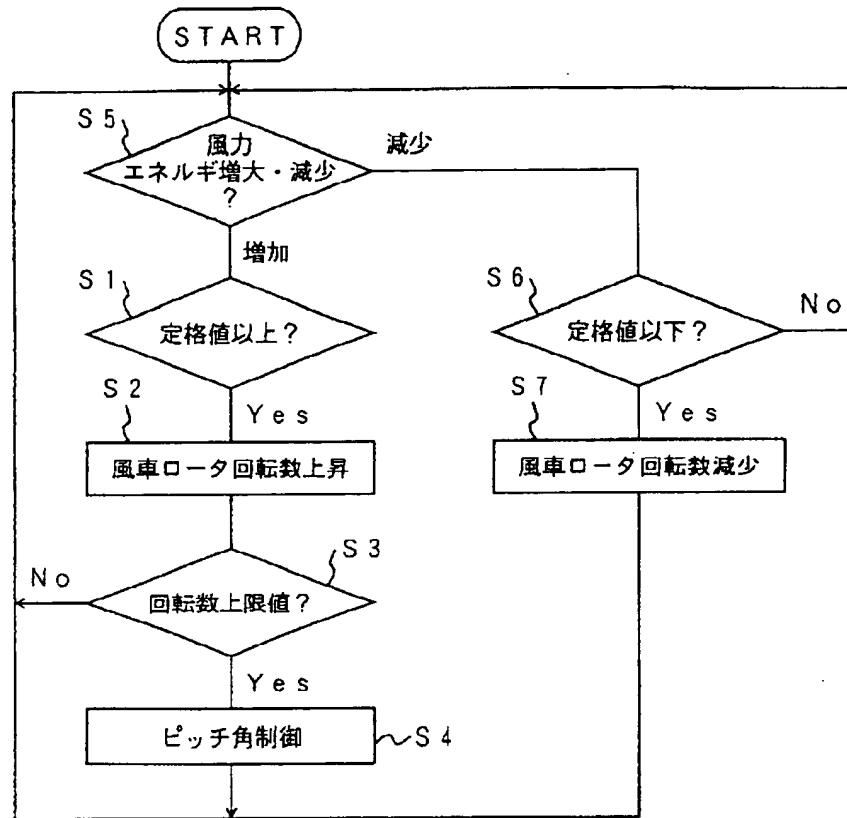
【符号の説明】

- |    |              |
|----|--------------|
| 1  | 風力エネルギー      |
| 2  | 風車プロペラ       |
| 3  | ピッチ角制御機構     |
| 4  | 増速器          |
| 5  | 回転検出器        |
| 6  | 発電機          |
| 6a | 発電機出力（交流電力）  |
| 8  | 計器用変成器       |
| 9  | 計器用変圧器       |
| 10 | コンバータ        |
| 11 | 直流電力         |
| 12 | インバータ        |
| 13 | 交流電力         |
| 14 | 遮断器（送電系統連系用） |
| 15 | 連系する送電系統     |
| 25 | 制御装置         |

【図1】



【図2】



## 【手続補正書】

【提出日】平成9年8月21日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る風力発電装置の送電系統図である。

【図2】本発明の基本構成を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

- 1 風力エネルギー  
2 風車プロペラ

- 3 ピッチ角制御機構  
4 増速器  
5 回転検出器  
6 発電機  
6a 発電機出力（交流電力）  
8 計器用変成器  
9 計器用変圧器  
10 コンバータ  
11 直流電力  
12 インバータ  
13 交流電力  
14 遮断器（送電系統連系用）  
15 連系する送電系統  
25 制御装置